

MEĐIMURSKO VELEUČILIŠTE U ČAKOVCU
STRUČNI STUDIJ RAČUNARSTVA

FILIP MESARIĆ

RASPBERRY PI MEDIA PLAYER

ZAVRŠNI RAD

ČAKOVEC, 2016.

MEĐIMURSKO VELEUČILIŠTE U ČAKOVCU
STRUČNI STUDIJ RAČUNARSTVA

FILIP MESARIĆ

RASPBERRY PI MEDIA PLAYER

RASPBERRY PI MEDIA PLAYER

ZAVRŠNI RAD

MENTOR:

mr. sc. Bruno Trstenjak

ČAKOVEC, 2016.

ZAHVALA

Zahvaljujem svom mentoru mr.sc. Bruni Trstenjaku na pomoći, podršci, strpljenju i savjetima tijekom izrade završnog rada.

Također se želim zahvaliti svojim roditeljima na pruženoj podršci tijekom mog školovanja.

SADRŽAJ

1. UVOD	1
2. CILJ I DOPRINOS ZAVRŠNOG RADA	2
3. RASPBERRY PI	3
3.1. Softver	3
3.2. Sklopovlje	4
3.3. Karakteristike Raspberry Pi uređaja	7
4. WINDOWS 10 IOT	8
5. UNIVERSAL WINDOWS PLATFORMA (UWP)	10
6. MEDIJSKI FORMATI	11
6.1. Audio formati	11
6.2. Video formati	12
6.3. Grafički formati	13
7. STRUKTURA APLIKACIJE	14
8. APLIKACIJA	15
8.1. Glazba	16
8.2. Video	18
8.3. Galerija slika	22
8.4. Web preglednik	25
9. SPAJANJE UREĐAJA	28
10. ZAKLJUČAK	29
IZVORI	30
POPIS SLIKA	32
POPIS GRAFIKONA	32
POPIS KODOVA	32

SAŽETAK

Tema ovog završnog rada je izrada media player uređaja baziranog na Raspberry Pi tehnologiji. Razvijeni media player omogućuje reprodukciju multimedijskog sadržaja na TV prijemniku. Za razvoj media player uređaja korišten je Raspberry Pi 3 Model B koji je upravljan pomoću Windows 10 IOT Core operativnog sustava i media player aplikacija koja je izrađena na Universal Windows platformi korištenjem C# programskog jezika.

U pismenom dijelu završnog rada opisane su korištene tehnologije, metode i alati koji su korišteni u razvoju uređaja. U poglavlju 3 opisan je Raspberry Pi uređaj, softver koji je potreban za njegovo korištenje, sklopovlje od kojeg je uređaj sačinjen te njegove karakteristike i pregled inačica. Funkcionalnost Raspberry Pi tehnologiji osigurava Windows 10 IOT Core operativni sustav. To je posebno dizajniran operacijski sustav koji se ugrađuje na razne uređaje upravljane mikrokontrolerima. Sama media player aplikacija razvijena je pomoću Universal Windows Platform te se može pokrenuti na više uređaja koji koriste Windows 10 operativni sustav. Za razvoj UWP aplikacije potrebno je računalo sa instaliranim spomenutim operativnim sustavom i Visual Studio 2015. U radu su opisani medijski formati koji su podržani u aplikaciji i njihova svojstva.

U završnom dijelu rada prikazana je struktura aplikacije i postupak njenog razvoja uključujući metode, alate i tehnologije opisane u pismenom dijelu. Struktura aplikacije prikazuje glavne dijelove i modele od kojih je sastavljena. U poglavlju 8 detaljno su prikazani moduli razvijene tehnologije. U procesu testiranja aplikacije, osim kvalitete rada, pozornost je usmjerena na performanse rada. Izvršena su mjerenja vezana za brzinu učitavanja pojedinih medijskih datoteka te na koji način svojstva multimedijskog sadržaja utječu na kvalitetu rada uređaja. Kod testiranja korištene su fotografije različitih rezolucija i memorijskog kapaciteta, te video zapisi različitih formata i memorijskog kapaciteta. Završni dio rada opisuje način na koji se spaja Raspberry Pi uređaj sa TV prijemnikom i svim potrebnim uređajima za ispravno korištenje.

Ključne riječi: Media player, Raspberry Pi, medijski formati, Windows 10 IOT Core, Universal Windows Platform

1. UVOD

Media player je uređaj koji služi za reprodukciju multimedijskog sadržaja, filmova, slike i glazbe na TV prijemniku. Svaki TV prijemnik može postati „pametni TV“ (engl. *Smart TV*) ukoliko se takav uređaj spoji na njega. „Pametni TV“ predstavlja novu generaciju televizora te služi prvenstveno za zabavu potrošača. To je uređaj koji ima pristup internetu, a samim time omogućava pristup web stranicama. Takva integracija interneta i TV prijemnika korisniku donosi nekolicinu prednosti, poput gledanja videa preko YouTube kanala, igranja igrica, korištenja društvenih mreža, pregledavanja elektroničke pošte i drugo. Međutim, nisu često prisutni u domovima zbog njihove relativno visoke cijene. Upravo zbog toga, televizor može na lak i jednostavan način postati „pametni TV“ zajedno sa Raspberry Pi uređajem.

Raspberry Pi je računalo veličine kreditne kartice, koje je dovoljno snažno za reprodukciju različitog multimedijskog sadržaja u njihovoj najvećoj kvaliteti. Za to nam je potreban medij za pohranu podataka na kojem se nalazi multimedijski sadržaj i media player aplikacija koja omogućava reprodukciju raznih vrsta multimedijskog sadržaja.

2. CILJ I DOPRINOS ZAVRŠNOG RADA

Cilj ovog završnog rada je izrada jednostavnog media player uređaja baziranog na Raspberry Pi tehnologiji. Razvojem media playera i nove aplikacije sa svojstvima koja podržavaju komercijalni uređaji nastoji se transformirati običan TV prijemnik u pametni TV na relativno lak, brz i jednostavan način. Samim time se želi dodati nekoliko novih mogućnosti TV prijemniku. Uz slušanje glazbe, pregledavanje slika te video zapisa, uređaj će pružiti mogućnost pristupa internetu i pretraživanje web stranica preko TV prijemnika što je također jedna od zanimljivih i inovativnih opcija.

U realizaciji ovog cilja izrađena je popratna aplikacija za upravljanje multimedijским sadržajem. Aplikacija kao takva podržava pristup sadržajima na internetu, a učitava multimedijски sadržaj sa medija za pohranu podataka i prikazuje ga na TV prijemniku.

U realizaciji ovog završnog rada provedana su dodatna mjerenja performansi Raspberry Pi uređaja. Mjereno je vrijeme koje je potrebno za učitavanje multimedijskog sadržaja s Raspberry Pi uređaja i vanjskog medija za pohranu podataka. Na taj način, nastojao sam završnome radu dodati dodatnu istraživačku vrijednost.

3. RASPBERRY PI

Raspberry Pi je računalo razvijeno u Cambridgeshireu u Velikoj Britaniji od strane Raspberry Pi Foundation. Raspberry Pi proizveden je s namjerom promicanja osnovnih računalnih znanosti u školama i kako bi mlade ljude potaknuo na bavljenje tehnologijom [1]. Raspberry Pi Foundation je dobrotvorna organizacija osnovana 2008. godine. Cilj organizacije i proizvođača je bio da uređaj bude nešto jeftiniji. Iz tog razloga određena je cijena od 25 dolara za najslabiji model. Za nešto jači model cijena iznosi otprilike 35 dolara. Prvi primjeri isporučeni su u veljači 2012. godine. Od samog početka prodaje pa do danas, Raspberry Pi je doživio izuzetnu popularnost. Raspberry Pi zadovoljava sve kriterije po von Neumannovom modelu računala. Prema von Neumannovom modelu, računalo se sastoji od procesora, memorije i ulazno izlaznih jedinica koji su međusobno povezane. Sve komponente se nalaze na jednoj matičnoj pločici. Raspberry Pi ne dolazi sa ugrađenom memorijom za pohranu podataka, već koristi SD kartica¹ za pokretanje operativnog sustava i pohranu svih podataka. Za operativni sustav najčešće se koristi Linux, a uz to uređaj podržava razne programske jezike.

3.1. Softver

Za kontrolu resursa Raspberry Pi najčešće koristi Linux operativni sustav, a početnicima se preporuča Raspbian OS. Bazira se na Debian 7 „Eheezy“ Linux distribuciji, koja je dizajnirana za Raspberry Pi. Raspbian je vrlo popularan zbog njegovog jednostavnog načina održavanja te brzine i lakoće korištenja. Kao glavna prednost ovog OS-a ističe se mogućnost odabira obrazovnih materijala ili projekata koji su sadržani unutar distribucije. Samim time se omogućuje korisnicima da lako nauče osnove programiranja, uz mogućnost korištenja mnogih dodataka za hardver [2].

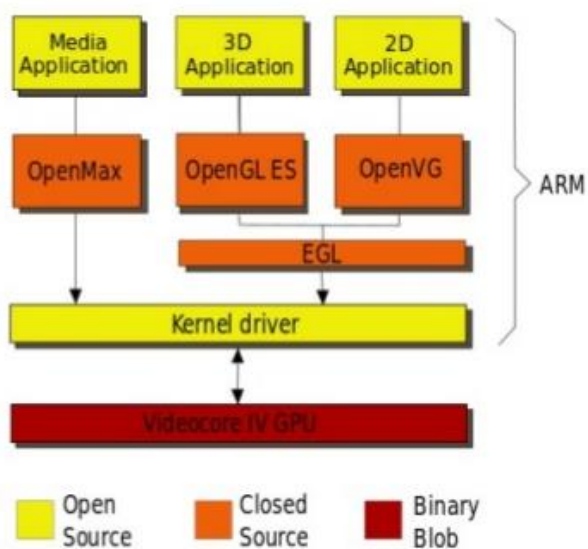
Ostale verzije operativnog sustava su Noobs, Ubuntu Mate, Osmc, Openelec, Pinet. Dakako postoji i verzija Windows 10 operativnog sustava razvijenog za Raspberry Pi, a to je Windows 10 IOT Core. On se može pokrenuti samo na Raspberry Pi 2 model B i Raspberry Pi 3 model B.

¹ SD (*Secure Digital*) kartica- elektronički medij za pohranu podataka

Raspberry Pi ne dolazi s predinstaliranim operativnim sustavom, njega je potrebno instalirati pomoću odgovarajućeg programa na SD karticu. Minimalna veličina SD kartice je 2GB, ali se preporuča veličina od 4GB ili više [3].

Slika 1. Struktura OS-a postavljenog na Raspberry Pi

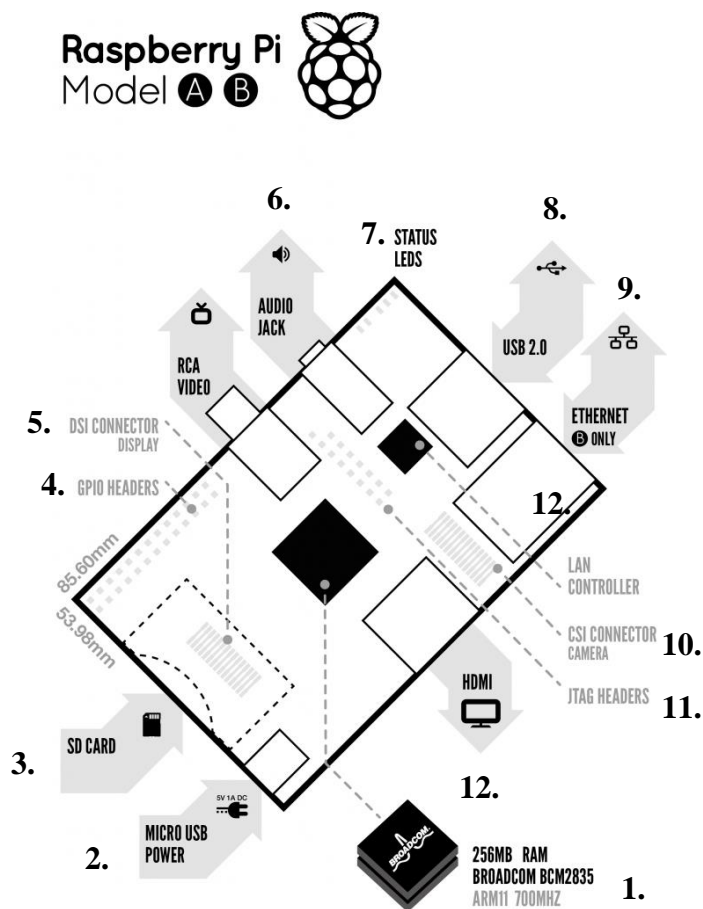
Raspberry Pi software architecture



Izvor: <http://www.slideshare.net/ch4ndru/introduction-to-raspberry-pi>

3.2. Sklopovlje

Slika 2. Prikaz komponenti koje se nalaze na Raspberry Pi uređaju



Izvor: <http://elinux.org/images/thumb/c/cf/Raspi-Model-AB-Mono-2-699x1024.png/400px-Raspi-Model-AB-Mono-2-699x1024.png>

Na slici 2. prikazane su sljedeće komponente:

1. Procesor / SoC (*system on chip*)

Glavni dio računala, koji izvodi osnovne radnje nad podacima.

2. Priključak napajanja

Za napajanje se koristi MicroUSB punjač ili GPIO (*general purpose input/output*) pinovi.

3. Utor za SD karticu

SD kartica služi za pohranu operativnog sustava i podataka.

4. GPIO (*general purpose input/output*)

Ulazno/izlazni pinovi za opću namjenu.

GPIO pinovi se kontroliraju softverski od strane korisnika.

Svojstva:

- GPIO pin može biti konfiguriran za ulaz ili izlaz
- GPIO pin može biti omogućen ili onemogućen
- Ulazne vrijednosti se mogu čitati (obično visoko=1, nisko=0)
- Izlazne vrijednosti se mogu čitati i pisati
- Ulazne vrijednosti se mogu koristiti kao IRQs (*interrupt request*)

5. DSI (*display serial interface*) priključak

Priključak koji se koristi za spajanje LCD zaslona.

Koristi serijski komunikacijski protokol.

6. Audio priključak

Koristi 3.5 mm konektor za spajanje slušalica ili zvučnika.

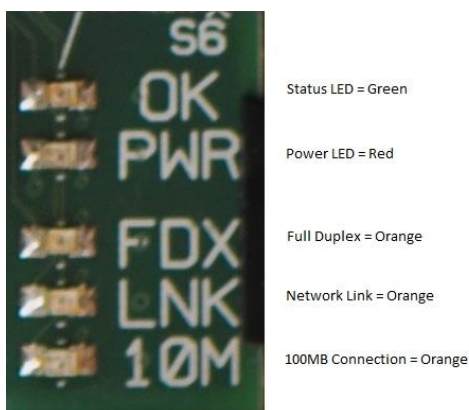
Podržava stereo audio izlaz.

7. Status LED

Postoje 5 led stanja koja pokazuju različite aktivnosti:

- „OK“ – umetnuta SD kartica
- „POWER“ – priključeno na napajanje
- „FDX“ – Ethernet Full Duplex veza
- „LNK“ – Ethernet veza prisutna
- „10M/100“ – 10/100Mbit Ethernet priključak

Slika 3. Status LED



Izvor: <http://www.raspians.com/wp-content/uploads/2012/09/Raspberry-Pi-LED.jpg>

8. USB 2.0 Port

Služi za povezivanje dodatne opreme (miš, tipkovnica...).

Broj priključaka može se povećati pomoću vanjskog USB razdjelnika.

9. Mrežni priključak

Koristi te LAN9512 LAN kontrolni čip.

Služi za povezivanje s Internetom preko UTP kabla.

10. CSI (*camera serial interface*) priključak

Serijski priključak za spajanje kamere.

11. JTAG zaglavlje**12. HDMI (*High-Definition Multimedia Interface*) priključak**

Priključak za povezivanje sa uređajima koji podržavaju HDMI.

3.3. Karakteristike Raspberry Pi uređaja

Postoji više modela Raspberry Pi uređaja. Neki od modela su Raspberry Pi 1 model A, Raspberry Pi 1 model A+, Raspberry Pi 1 model B, Raspberry Pi 1 model B+, Raspberry Pi 2 model B, Raspberry Pi 3 model B i Raspberry Pi zero. Modeli se razlikuju po veličini i težini same matične ploče, radnoj memoriji, broju USB priključaka, broju GPIO pinova i potrošnji električne energije. U ovom završnom radu korišten je Raspberry Pi 3 model B koji ima sljedeća svojstva:

SoC: Broadcom BCM2837

CPU: 1.2 GHz 64-bit četvero jezgreni ARMv8 Cortex-A53

GPU: Broadcom VideoCore IV 250 MHz

RAM: 1 GB

USB 2.0: 4

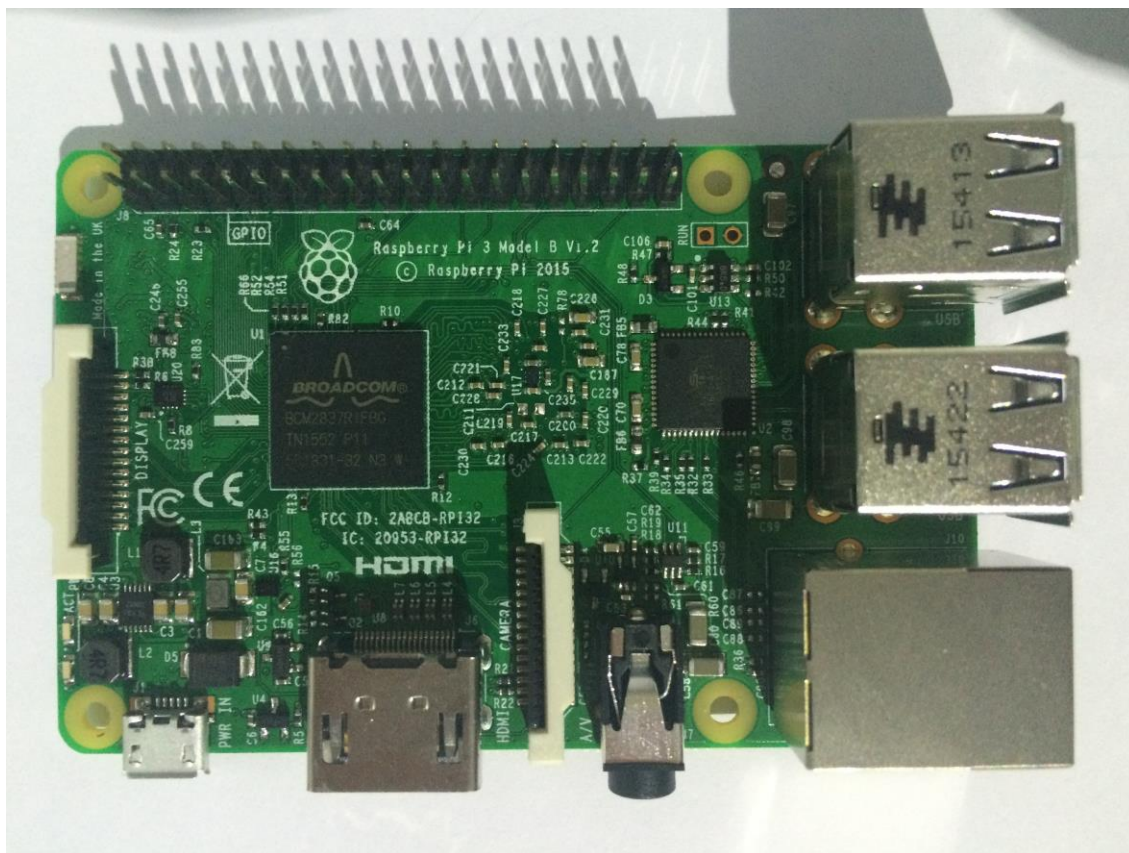
Mrežni priključak: da

GPIO pinovi: 40

Potrošnja energije: 800 mA 4W

Veličina: 85.60 mm x 56.5 mm

Težina: 45g

Slika 4. Raspberry Pi 3 Model B izgled pločice sa komponentama

Izvor: autor

Na slici 4. Prikazana je matična ploča s komponentama Raspberry Pi 3 Model B uređaja koji je korišten u ovome završnome radu. Komponente matične ploče nalaze se na slici 2, dok se ispod nje nalaze objašnjenja

4. WINDOWS 10 IOT

Microsoft Windows operativni sustav ima dugu povijest implementacije operativnih sustava izvan tradicionalnih stolnih računala. Windows Embedded je operativni sustav optimiziran za pokretanje na ne-PC uređajima. Za verziju Windows 10 operativnog sustava Windows Embedded dobiva novo ime IOT (engl. *Internet of Things*). Trenutno postoje tri izdanja Windows 10 IOT operativnog sustava:

- Windows 10 IOT Enterprise
- Windows 10 IOT Mobile Enterprise
- Windows 10 IOT Core

Windows 10 IOT Enterprise je x86 verzija Windowsa optimizirana za pokretanje bez nadzora unutar ne-PC uređaja. Pokrenuti se mogu sve vrste Windows aplikacija, a ostvariva je i kompatibilnost sa aplikacijama koje su izrađene prije nekoliko desetljeća [4]. Uređaji koji koriste Windows 10 IOT Enterprise mogu pokrenuti niz snažnih poslovnih aplikacija, a samim time i obavljati specijalizirane funkcije na siguran i pouzdan način. Također, podržava univerzalne i klasične Windows aplikacije zajedno sa nizom inovativnih mogućnosti kao što su napredna zaštita protiv modernih sigurnosnih prijetnji, fleksibilnost implementacije, ažuriranje i mogućnost podrške. Tvrtke koje zahtijevaju upravljivost, dosljednost i predvidljivost odabiru Windows 10 IOT Enterprise zbog toga što podržava cijelu infrastrukturu uređaja i ostalih potrebnih značajki za upravljanje aplikacijama [5]. Minimalni zahtjevi za pokretanje Windows 10 IOT Enterprise je x86/x64 procesor, 1GB radne memorije (RAM) i 16GB prostora za pohranu podataka.

Windows 10 IOT Mobile Enterprise je izgrađen za poslovne mobilne uređaje ili ručne uređaje poput barkod skenera potrebnih za rad u skladištu. Namijenjen je korisnicima koji traže prirodno korisničko iskustvo uz sigurnost upravljanja rada poduzeća. Windows 10 IOT Mobile Enterprise nudi mogućnost više korisničkih profila i napredno zaključavanje mobilne linije. Podržava samo univerzalne Windows aplikacije, odnosno nema podršku za klasične desktop aplikacije. Minimalni zahtjevi za pokretanje Windows 10 IOT Mobile Enterprise je ARM procesor, 512MB radne memorije (RAM) i 4GB prostora za pohranu podataka [4].

Windows 10 IOT Core je verzija Windows 10 operativnog sustava koji je optimiziran za uređaje nižih cijena. Budući da je izgrađen za manje uređaje s niskom potrošnjom, nedostaje korisničko sučelje i nije pogodan za opću primjenu. U trenutnom razdoblju kompatibilan je s uređajima Raspberry Pi 2 model B, Raspberry Pi 3 model B, Arrow DragonBoard 410C i MinnowBoard MAX. Može pokretati samo univerzalne aplikacije. Windows 10 IOT Core olakšava integraciju s korisničkim sučeljem, online pohranom podataka i cloud uslugama. Za razliku od Windows 10 IOT Enterprise i Mobile Enterprise koji su dobro razvijeni te se i dalje nadograđuju, Windows 10 IOT Core predstavlja novost kod Microsoft Embedded linije operativnih sustava. Uz to što je potpuno besplatan i podržan od strane Microsofta, ima prilično dobru budućnost za

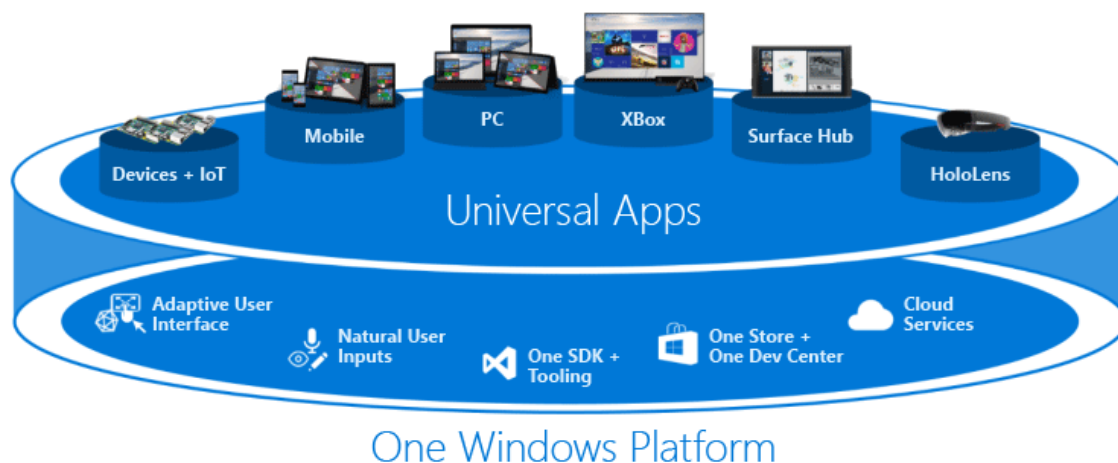
ugrađene uređaje [4]. Minimalni zahtjevi za pokretanje Windows 10 IOT Core je x86/x64 ili ARM procesor brzine 400MHz, 256MB radne memorije (RAM) i 2GB prostora za pohranu podataka [6].

5. UNIVERSAL WINDOWS PLATFORMA (UWP)

Universal Windows Platform (UWP) je platforma za izradu aplikacija koje se mogu pokretati na više uređaja koji koriste Windows 10 operativni sustav, od mobitela, stolnih računala, tableta, Xboxa. Windows 10 olakšava razvoj aplikacija za UWP na samo jednoj API skupini, jedan app paket i jedna trgovina za aplikacije na svim uređajima (Windows store) [7]. Windowsi koriste jednu zajedničku jezgru, jedan zajednički izvor, jedan zajednički kernel i jednu datoteku za I/O stog na svim Windows 10 platformama. Za grafički dizajn postoji jedan XAML UI okvir i jedan HTML UI okvir. Neke platforme imaju Extension SDK koji se može dodati u aplikaciju i koji se koristi za određeno ponašanje.

UWP ima podršku za niz različitih veličina ekrana, ali i za razne interakcijske modele, miš i tipkovnica, olovka, zaslon osjetljiv na dodir ili komandna palica. Sve UWP aplikacije se pakiraju i distribuiraju kao AppX paketi, to osigurava pouzdano instaliranje i ažuriranje aplikacija na svim uređajima. UWP aplikacije se mogu pisati u programskim jezicima kao što su C#, Visual Basic, JavaScript, C++, Extensible Application Markup Language (XAML). Mogu se čak pisati komponente u jednom programskom jeziku i koristiti u aplikaciji koja je pisana u drugom programskom jeziku.

UWP aplikacija koristi Windows Runtime, API ugrađen u Windows 10 operativni sustav. Za izradu UWP aplikacije potrebno je računalo s Windows 10 operativnim sustavom i Microsoft Visual Studio 2015 programom. Microsoft Visual Studio 2015 pruža mogućnosti korištenja predložaka za programske jezike koji omogućuju stvaranje jednog projekta za sve uređaje [8]. Microsoft Visual Studio 2015 dolazi s emulatorom koji se koristi za prikaz izgleda aplikacije na različitim uređajima. Kad je UWP aplikacija završena, može se generirati Appx paket i postaviti na Windows Store unutar Visual Studia kako bi kupci mogli instalirati aplikaciju na Windows 10 uređaju.

Slika 5. Prikaz Universal Windows Platforme

Izvor: <https://i-msdn.sec.s-msft.com/en-us/windows/uwp/get-started/images/universalapps-overview.png>

6. MEDIJSKI FORMATI

Medija format predstavlja format zapisa koji ima svoju specifičnost koja opisuje njegove karakteristike i način upotrebe. Većina medijskih formata su zaštićeni zakonom o patentima. Usprkos tome što u svijetu postoji veliki broj različitih formata, u nastavku su navedeni oni koji su podržani u ovome radu.

6.1. Audio formati

MP3 (MPEG Layer 3 Audio File) - je najpopularniji zvučni format za digitalni zvuk koji koristi kompresiju sa gubitkom podataka. Služi za preuzimanje i pohranu glazbe, no nije adekvatan za glasovnu pohranu. Zbog velike kompresije zauzima malo memorije. Ovaj audio format uklanja sve suvišne informacije, odnosno nebitne zvučne signale koje ljudsko uho ne može čuti [9].

WMA (Windows Media Audio) - je zvučni format za digitalni zvuk razvijen od strane Microsofta, a sličan je MP3 formatu. U skladu s time koristi kompresiju sa gubitkom podataka. Razvijen je i korišten sa svrhom rješavanja problema s licenciranjem kod MP3 formata, ali i s ciljem poboljšanja kompatibilnosti i provedbe gubitka podataka [10].

WAV (Waveform Audio File Format) - je zvučni format za digitalni zvuk razvijen od strane Microsofta a koristi se uglavnom na računalima sa Windows operativnim sustavom. Ne koristi kompresiju podataka, no unatoč tome je vrlo fleksibilan. Nesažeta WAV datoteka zauzima mnogo memorije [11].

FLAC (Free Lossless Audio Codec) - je zvučni format za digitalni zvuk koji koristi kompresiju bez gubitaka. Iako je kvaliteta zvuka jednaka kvaliteti originalnog zapisa, zauzima puno memorije. Naročito se koristi ako se prilikom kompresije zapisa želi očuvati dobra kvaliteta [11].

AAC (Advanced Audio Coding) – je zvučni format za digitalni zvuk koji koristi kompresiju sa gubitkom podataka. Podržan je jer općenito postiže bolju kvalitetu zvuka od MP3 formata. Zasniva se na uklanjanju dijelova signala i redundancije koji se ne mogu percipirati [10].

6.2. Video formati

AVI (Audio Video Interleaved) - je digitalni multimedijски format razvijen od strane Microsofta za pohranu audio i video podataka za istovremenu reprodukciju. Razlučivost zaslona za ovaj format je ograničena na 320x240 piksela s brzinom prijenosa od 30 sličica u sekundi. Video zapisi ovog formata mogu biti spori i nejasni te upravo zbog toga nije preporučljivo gledanje na cijelom zaslonu iako su audio i video datoteke na računalu najčešće upravo tog formata [12].

MP4 (MPEG-4 Part 14) - je digitalni multimedijски format najčešće korišten za pohranu videa i zvuka. Ovaj format je namjenjen za učinkovitu pohranu i prijenos podataka, a prvi put je uveden 1998. godine. Omogućuje kombinaciju audia, videa, podnaslova i slika sadržanih u jednoj datoteci [12,13].

MKV (Matroska) - novi u potpunosti otvoreni digitalni multimedijски format, koristi video i audio kodiranje. Fleksibilan je i standardni video format te je ubrzo postao jedan od popularnijih za video zapise visoke rezolucije. Uključuje video i audio zapise, podnaslove i mnoge druge mogućnosti [14].

MOV (QuickTime Movie) - je digitalni multimedijски format razvijen od strane tvrtke Apple. Uglavnom se koristi za spremanje filmova ili drugih video zapisa. Format

određuje multimedijske datoteke koje sadrže jednu ili više dijelova od kojih svaki pohranjuje određeni tip podataka [15].

3GP ili 3GPP (3rd Generation Partnership Project) - je multimedijски format razvijen od strane 3rd Generation Partnership Project, a koristi se kod snimanja video zapisa na mobilnim uređajima. Svrha ovakvog formata je smanjiti veličinu video zapisa te omogućiti prilagodljivost na različitim mobilnim uređajima [16].

6.3. Grafički formati

JPEG (Joint Photographic Experts Group) - je kompresija za fotografije koje imaju fine detalje i kontinuirane tonove. Najčešće se koristi na webu kako bi se smanjila veličina grafičke datoteke. Uz to, često se koriste i kod fotografa ili raznih drugih grafičkih dizajnera zbog visoke kvalitete slike. Ovaj format može postići izvrsne stupnjeve kompresije, iako se s velikim povećanjem smanjuje kvaliteta slike [17].

GIF (Graphic Interchange Format) - jedan od najčešće korištenih slikovnih formata. Radi se o 8-bitnom bitmap grafičkom formatu koji podržava prozirnu pozadinu i animaciju. Na web stranicama je moguće pronaći puno slika u ovom formatu jer se učinkovito štedi grafika. GIF je korisniji za razne dijagrame, logotipe ili animirane sličice nego za fotografije zbog gubitka detalja i nijansi kod kompresije [17].

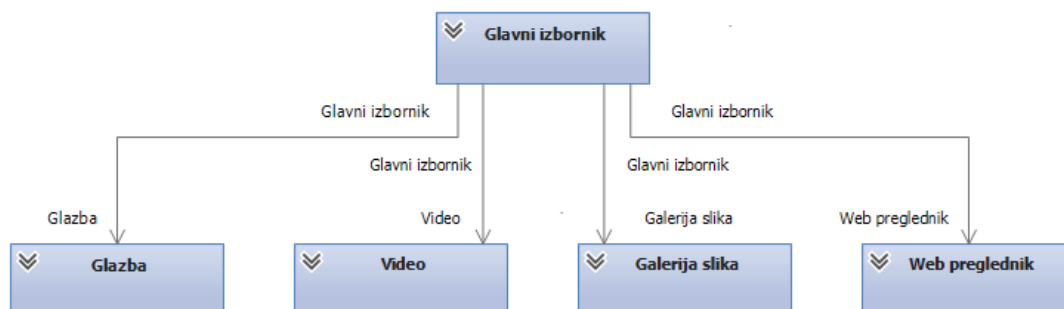
PNG (Portable Network Graphics) - slikovni format koji koristi kompresiju bez gubitaka. Stvoren kako bi poboljšao i zamijenio GIF format. Dizajniran je posebno za korištenje na web stranicama zbog atraktivnih značajki poput velikog spektra boja, transparentnosti i boljeg prikaza. Može se koristiti i za fotografije, a veličina spremljene slike u PNG formatu je manja ili jednaka onima u GIF formatu [17].

BMP (Bitmap Image File) - slikovni format jednostavne rasterske grafike koji ne koristi kompresiju. Koristi se za pohranu bitmap digitalne slike prvenstveno na računalima sa Windows operativnim sustavom. Bitmap slike imaju fiksnu rezoluciju koja se ne može mijenjati bez gubitka kvalitete slike te ne podržava transparenciju piksela. Unatoč tome, lako je čitanje i zapisivanje datoteke te zbog toga što nema kompresije, originalna kvaliteta slike je zajamčena. Veličina bitmap grafike je jednaka neovisno o sadržaju datoteke [18],[19].

TIFF (Tag Image File Format) – slikovni format za razmjenu rasterske grafike te se može koristiti na svim računalnim platformama i alatima za obradu slika. Podržava kompresiju podataka bez gubitka, a zauzima manje memorije od BMP formata [20].

7. STRUKTURA APLIKACIJE

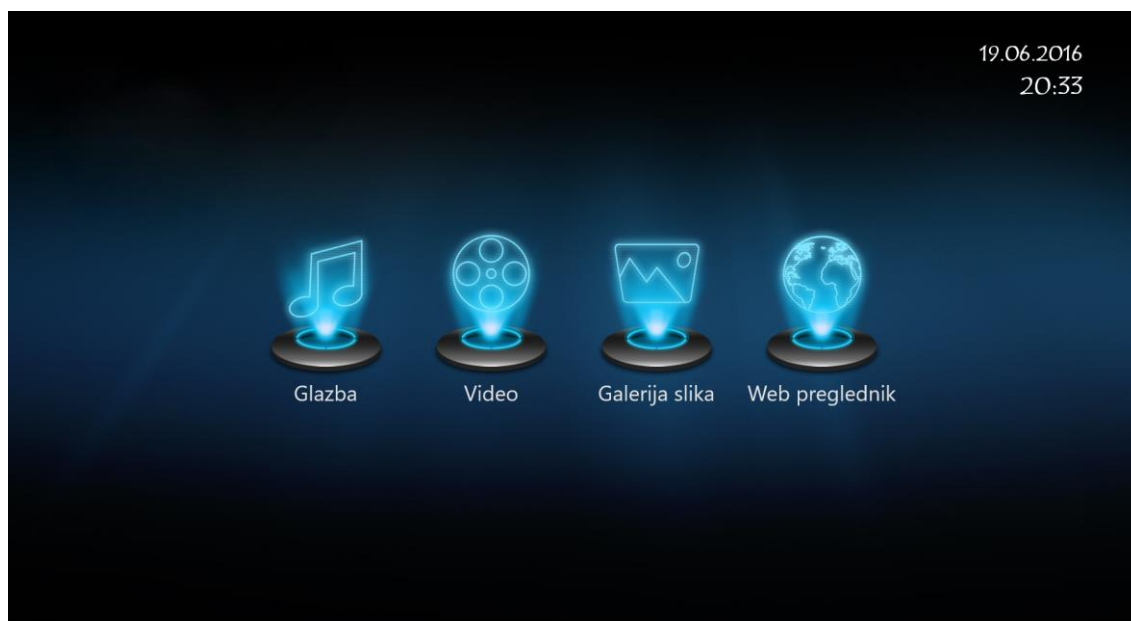
Aplikacija koja je razvijena za potrebe Raspberry Pi uređaja sastoji se od nekoliko modula. Glavni izbornik omogućuje pristup modulima: glazba, video, galerija slika i web preglednik. Aplikacija ima modul kojim se šalje odabrani multimedijски sadržaj na TV prijemnik. Model video sadrži popis svih videa koji se nalaze na mediju za pohranu podataka. Odabirom odgovarajućeg videa, video počinje s reprodukcijom i prikazuje se na TV prijemniku. Model glazba prikazuje popis svih pjesmi koje se nalaze na mediju za pohranu podataka, trenutni popis za reprodukciju koji stvara korisnik odabirom željenih pjesmi. Unutar modela glazba postoji funkcija za pretraživanje glazbe. Model galerija slika prikazuje sve slike koje se nalaze na mediju za pohranu podataka. Unutar modela galerija slika postoji funkcija za prikaz slika u određenom redosljedu. Promijene mogu biti automatske u određenom vremenskom intervalu ili se mogu ručno kontrolirati od strane korisnika. Model web preglednik omogućava prikazivanje web stranica i multimedijских sadržaja na TV prijemniku. Unutar modela web preglednik postoji mogućnost odabira i spremanje početne web stranice koja će se prikazivati kad korisnik otvori web preglednik. Modeli, glazba, video i galerija slika sadrže postavke koje omogućuju odabir medij izbornik za pohranu podataka na kojem se nalazi multimedijски sadržaj koji se želi prikazati na TV prijemniku. Aplikacija omogućuje za svaki model odabir inicijalne putanje do željenog multimedijskog sadržaja.

Slika 6. Struktura aplikacije

Izvor: autor

8. APLIKACIJA

Pokretanjem aplikacije na zaslonu TV prijemnika prikazuje se početna stranica glavnog izbornika. Izgled zaslona prikazan je na slici 7. Glavni izbornik sastoji se od četiri osnovna izbora: glazba, video, galerija, web preglednik. Na zaslonu je prikazani trenutni datum i vrijeme. Odabirom određene opcije u glavnom meniju, aplikacija otvara novu stranicu koja prikazuje odabrani multimedijски sadržaj. U slučaju odabira web preglednik otvara se početna web stranica.

Slika 7. Početni zaslon aplikacije

Izvor: autor, slika zaslona

Za prikazivanje trenutnog datuma i vremena aplikacija koristi sistemsko vrijeme i datum koji je određen na Raspberry Pi. te se ispisuje u željenom obliku. Datum i vrijeme u aplikaciji ažuriraju se svakih 500 ms. Primjer koda 1 prikazuje naredbe za određivanje datuma i vremena u aplikaciji.

Kod 1. Prikaz trenutnog datuma i vremena

```
Vrijeme.Text = DateTime.Now.ToString(@"H\:mm");  
Datum.Text= DateTime.Now.ToString(@"dd\..MM\..yyyy");
```

8.1. Glazba

Odabirom glazbe u glavnom izborniku otvara se stranica glazba. Izgled stranice prikazan je na slici 8. Prilikom otvaranja stranica glazba, pokreće se metoda za učitavanje svih pjesmi koje se nalaze na Raspberry Pi uređaju unutar mape glazba. Popis sadržaja prikazuje se u formi liste elemenata ListView. Metoda provjerava sadržaj mape na Raspberry Pi ili vanjskom uređaju, pri tome traži datoteke formata zapisa mp3, .avi, .wma, .wav, .flac, .acc. Za svaku pronađenu datoteku aplikacija formira zaseban objekt razreda pjesma. Struktura razreda pjesma prikazana je na primjeru kod 2. Razred pjesma sadrži atribut naziv pjesme, redni broj i putanju.

Kod 2. Razred Pjesma

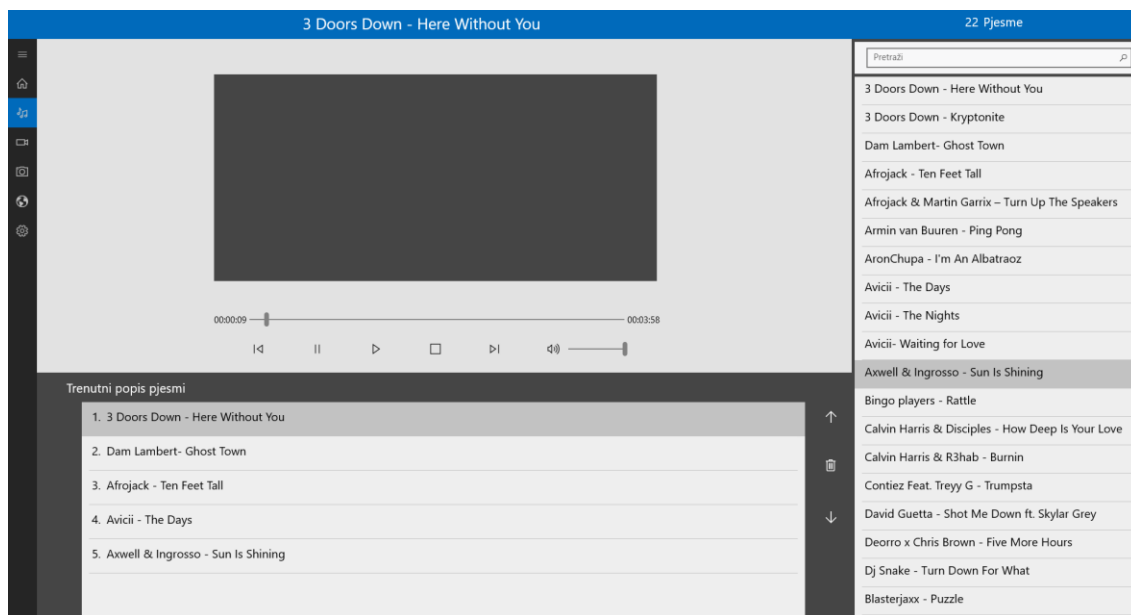
```
class Pjesma  
{  
    public string nazivPjesme { get; set; }  
    public string broj { get; set; }  
    public string path { get; set; }  
}
```

Duplim klikom na odabranu pjesmu, započinje njeno izvođenje. Na zaslonu se pojavljuje trenutni popis pjesmama, a odabirom sljedeće pjesme izrađuje se željeni popis za izvođenje. Prilikom izvođenja pjesme, na vrhu ekrana se pojavljuje naziv pjesme. U modulu glazba ugrađen je objekt player koji ima implementirane sve standardne komponente za upravljanje glazbom poput pokretanja, pauziranja,

zaustavljanja, odabira prethodne ili sljedeće pjesme, kontrole glasnoće, trajanja pjesme i premotavanja pomoću klizača.

Na slici 8. prikazan je player koji se nalazi na sredini zaslona, dok se desno od njega nalazi popis svih pjesama koje se nalaze na uređaju. Ispod playera se nalazi trenutni popis pjesama.

Slika 8. Izgled zaslona modula Glazba



Izvor: autor, slika zaslona

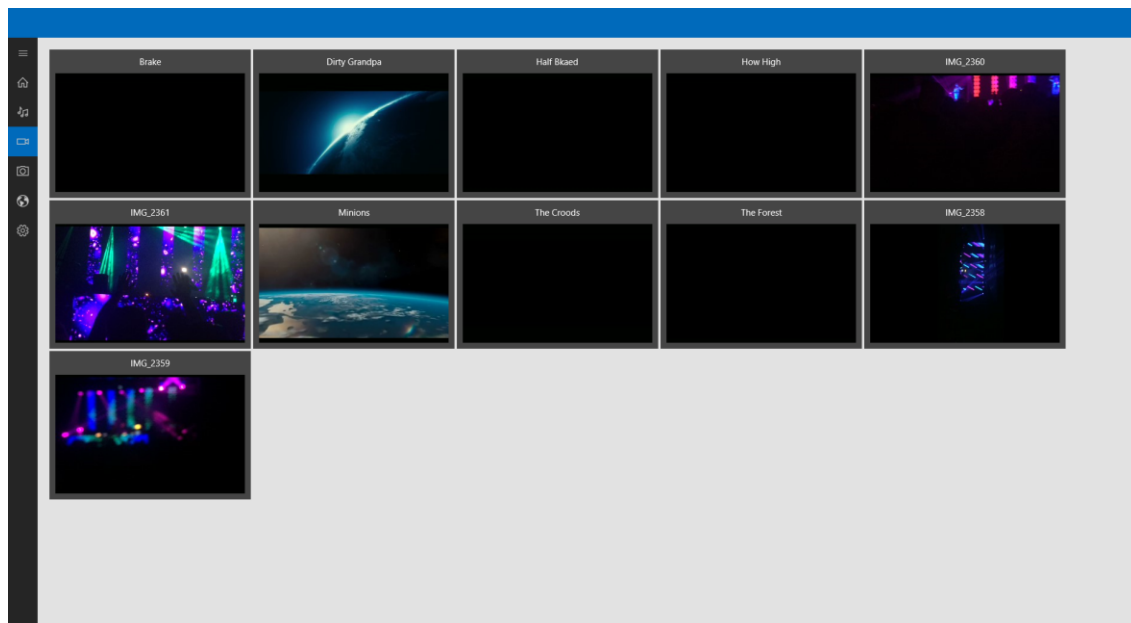
Za pretraživanje pjesmi koristi se element AutoSuggestBox i metoda TextChanged. Metoda TextChanged pretražuje popis pjesama na temelju unesenog teksta. Na taj način se provodi filtriranje popisa. U kodu 3 prikazana je navedena metoda.

Kod 3. Prikaz metode TextChanged

```
private void AutoSuggestBox_TextChanged(AutoSuggestBox
sender, AutoSuggestBoxTextChangedEventArgs args) {
    if (args.Reason ==
AutoSuggestionBoxTextChangeReason.UserInput) {
//Traženje pjesme koja u nazivu pjesme sadrži upisano slovo
    List < Pjesma > TraziPjesma = new List < Pjesma > ();
    Predicate < Pjesma > Trazi = (Pjesma p) => {
        return
p.nazivPjesme.ToLower().Contains(sender.Text.ToLower());
    };
    var pjesma = popis.FindAll(Trazi);
    foreach(Pjesma p in pjesma) {
//Dodavanje pjesme u listu
        TraziPjesma.Add(p);
    }
//Ispis ukupnog broja pronađenih pjesmi
    textBlock6.Text = TraziPjesma.Count().ToString();
//Ispis pronađenih pjesmi
    listView.ItemsSource = TraziPjesma;
    }
}
```

8.2. Video

Odabirom video u glavnom izborniku otvara se stranica video. Izgled stranice prikazan je na slici 9. Prilikom otvaranja stranice video pokreće se metoda za učitavanje svih video zapisa koji se nalaze na Raspberry Pi uređaju u mapi video zapisi i prikazuju na ekranu unutar GridView elementa.

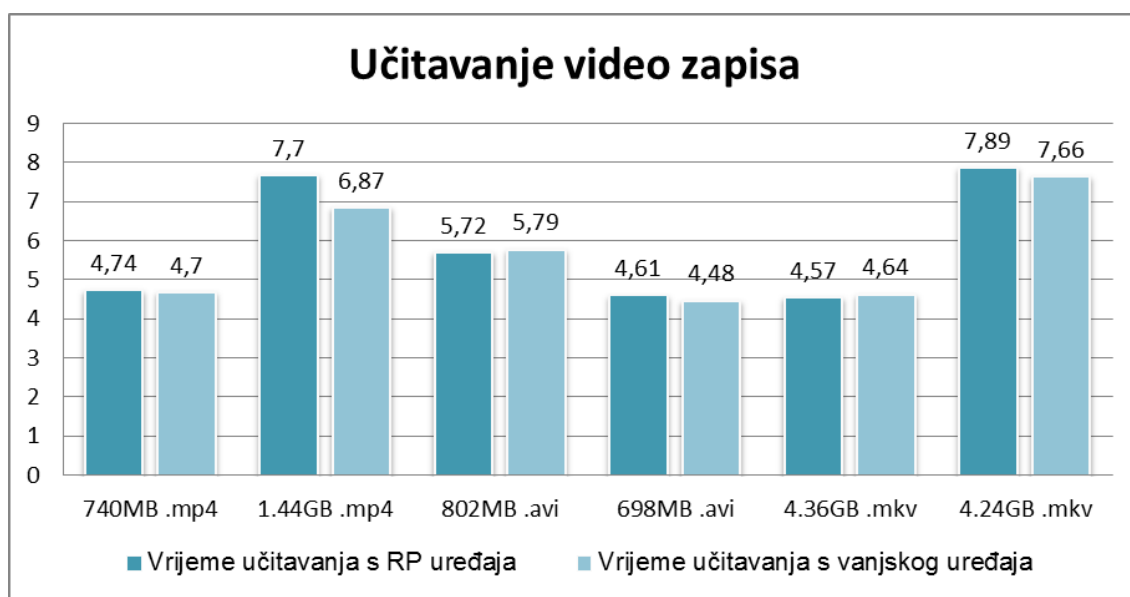
Slika 9. Izgled zaslona modula Video

Izvor: autor, slika zaslona

Metoda za učitavanje prolazi kroz mapu video zapisa na Raspberry Pi uređaju ili vanjskom uređaju za pohranu podataka. Metoda određuje popis datoteka formata .avi, .mp4, .mkv, .MOV, .3gp. Za svaku datoteku formira se objekt razreda Video se zapisuje u listu. Razred video sadrži atribut naziv videa, sliku videa i klip. Kod razreda video prikazan je na primjeru koda 4. Unutar GridView elementa prikazuje se naziv i početna slika videa. Slika videa se uzima prilikom učitavanja, a dobiva se na način da se odabere slika koja se nalazi na početku, prve sekunde videa veličine 340x200 piksela, što je vidljivo u kodu 5. Vrijeme za učitavanje video zapisa i uzimanje slike ovisi o veličini i formatu videa. Tijekom testiranja aplikacije izmjereno je da vrijeme potrebno za učitavanje video zapisa i uzimanje slike s Raspberry Pi uređaja iznosi 4 sekunde 74 milisekunde za video formata .mp4 veličine 748MB, 7 sekunde 7 milisekundi za video formata .mp4 veličine 1.44GB, 5 sekundi 72 milisekunde za video formata .avi veličine 802MB, 4 sekunde 61 milisekunda za video formata .avi veličine 698MB, 4 sekunde 57 milisekundi za video formata .mkv veličine 4.36GB i 7 sekundi 89 milisekundi za video formata .mkv veličine 4.24GB. S vanjskog uređaja za pohranu podataka (prijenosni tvrdi disk) vrijeme iznosi 4 sekunde 70 milisekunde za video formata .mp4 veličine 748MB, 6 sekunde 87 milisekundi za video formata .mp4 veličine 1.44GB, 5 sekundi 79 milisekunde za video formata .avi veličine 802MB, 4 sekunde 48 milisekunda za

video formata .avi veličine 698MB, 4 sekunde 64 milisekundi za video formata .mkv veličine 4.36GB i 7 sekundi 66 milisekundi za video formata .mkv veličine 4.24GB. Za mjerenje vremena s Raspberry Pi uređaja i vanjskog uređaja za pohranu podataka korišteni su isti video zapisi. Radi postizanje što točnijeg vremena učitavanja video zapisa mjerenje je izvršeno šest puta i uzeta je srednja vrijednost svih izmjerenih vrijednosti za pojedini video zapis. Grafički prikaz rezultata mjerenja nalazi se u nastavku gdje su na x-osi prikazane veličine video zapisa, a na y-osi vrijeme učitavanja u sekundama.

Grafikon 1. Rezultati mjerenja učitavanja video zapisa (u sekundama)



Izvor: autor

Kod 4. Razred Video

```
class Video
{
    public string nazivVideo { get; set; }
    public string putanja { get; set; }
    public WriteableBitmap SlikaVideo { get; set; }
    public MediaClip clip { get; set; }
}
```

Za pokretanje željenog videa potrebno je dva puta kliknuti na sliku videa, nakon čega se on pokreće unutar skočnog prozora, što je prikazano na slici 10. Skočni prozor (engl.

Pop-up) sadrži klasične elemente za pokretanje, pauziranje i zaustavljanje videa, prikaz preko cijelog zaslona, kontrolu glasnoće, vremensko trajanje videa i premotavanje.

Kod 5. Stvaranje slike videa

```
//Uspoređivanje formata datoteke
if (Datoteka.FileType == ".mp4" || Datoteka.FileType ==
".mkv" || Datoteka.FileType == ".MOV" || Datoteka.FileType ==
".avi" || Datoteka.FileType == ".3gp")
{
    //Kreiranje objekta v razreda Video
    Video v = new Video();
    //Dodavanje u objekt naziv videa
    v.nazivVideo = Datoteka.DisplayName;
    //Dodavanje u objekt putanju
    v.putanja = Datoteka.Path;
    //Kreiranje media klipa i dodavanje u objekt
    v.clip = await
MediaClip.CreateFromFileAsync(Datoteka);
    var composition = new MediaComposition();
    composition.Clips.Add(v.clip);
    //Postavljanje vremenskog intervala na 1 sekundu
    TimeSpan timeOfFrame = new TimeSpan(0, 0, 1);
    var imageStream = await
composition.GetThumbnailAsync(timeOfFrame, 340,
200, VideoFramePrecision.NearestFrame);
    var writableBitmap = new WriteableBitmap(340,
200);
    //Stvaranje slike veličine 340x200
    writableBitmap.SetSource(imageStream);
    v.SlikaVideo = writableBitmap;
    //Dodavanje objekta v u listu popis
    popis.Add(v);
    GridView.Items.Add(v);
}
```

U kodu 5. stvara se slika videa veličine 340x200 i to na način da se najprije radi uspoređivanje formata datoteka pomoću if upita. Ukoliko je datoteka traženog formata kreira se objekt razreda Video te se nakon toga on dodaje u objekt nazivVideo. Uz to sprema se putanja objekta, kreira media klip i dodaje u objekt. Nakon toga se postavi vremenski interval jer se uzima slika koja se na videu pojavi unutar jedne sekunde te se ona kreira prema zadanim vrijednostima.

Odabirom prikaza preko cijelog ekrana, prikazuje se video u punoj veličini. Pomakom miša pojavljuje se novi prozor s klasičnim elementima koji nestaje ukoliko pokazivač miša miruje 5 sekundi.

Slika 10. Prikaz izgleda skočnog prozora

Izvor: autor, slika zaslona

8.3. Galerija slika

Modul galerija slika zadužen je za prikaz slika koje se nalaze na mediju Raspberry Pi. Na slici 11 prikazan je zaslon galerija slika. Aplikacija koristi metodu za selekciju slika, formiranja objekata razreda Slika i njihovo zapisivanje u GridView elemenat u obliku tablice. Metoda selektira datoteke formata .jpg, .png, .bmp, .tiff, .gif i sprema ih u listu kao objekte razreda slika. Za upravljanje slikama aplikacija koristi poseban razred „Slika“ čija struktura je prikazana u kodu 6.

Kod 6. Razred Slika

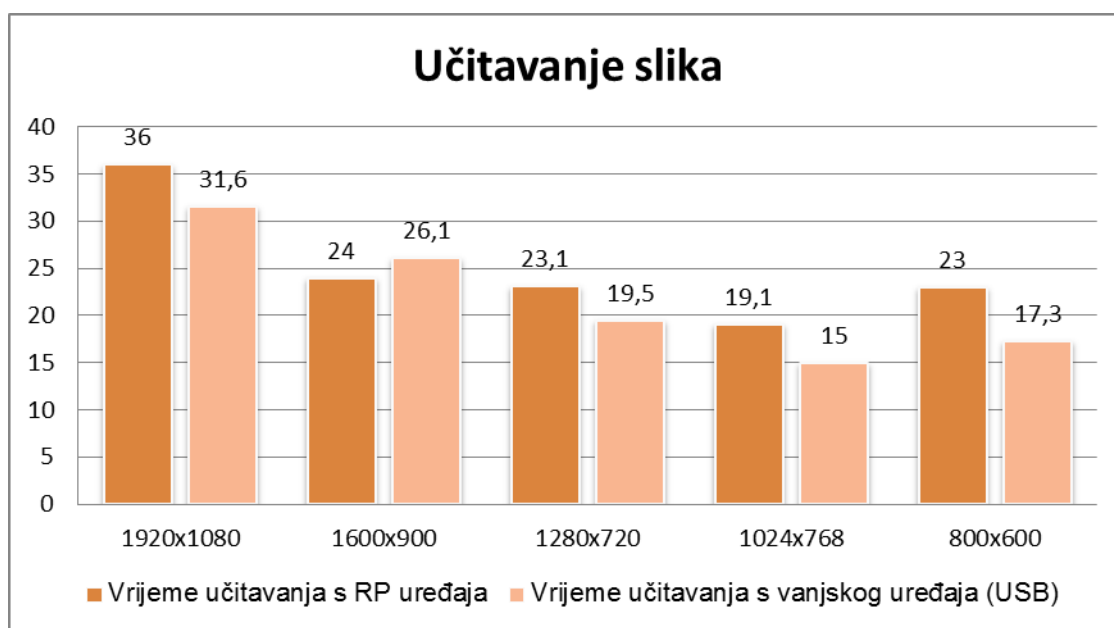
```
class Slika
{
    public string nazivSlike { get; set; }
    public string putanja { get; set; }
    public BitmapImage bitmapSlika { get; set; }
}
```

Unutar GridView elementa prikazuje se naziv i veličina početne slike 340x250 piksela. Vrijeme potrebno za učitavanje slike ovisi o rezoluciji same slike. Na temelju mjerenja

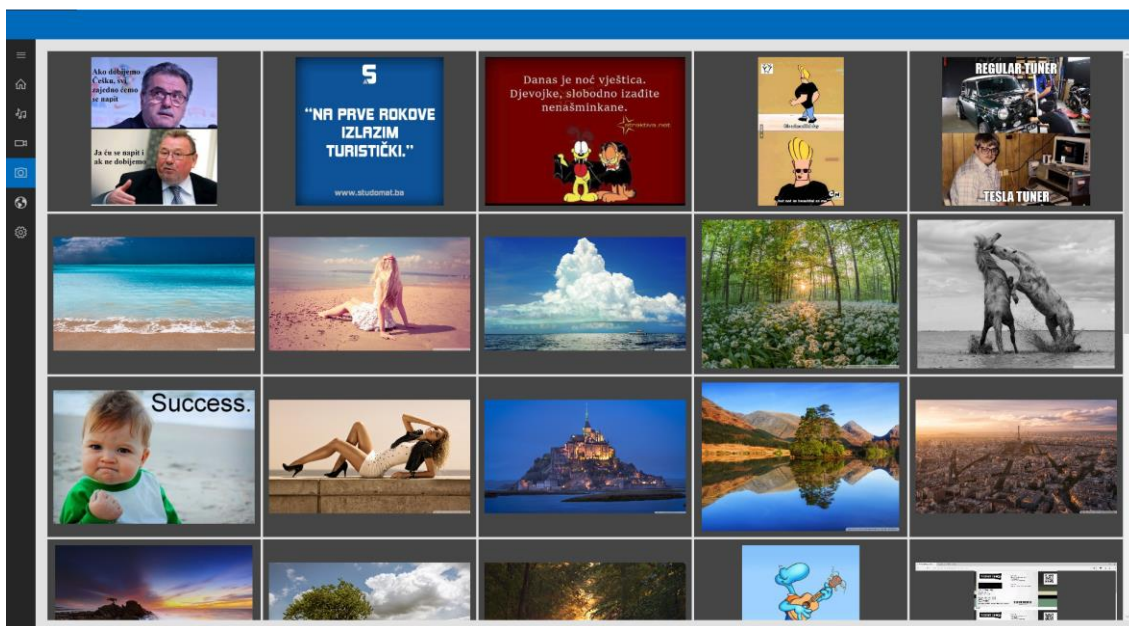
izmjereno je da vrijeme za učitavanje slike s Raspberry Pi uređaja iznosi 36 milisekundi za sliku rezolucije 1920x1080, 24 milisekunde za sliku rezolucije 1600x900, 23,1 milisekunde za sliku rezolucije 1280x720, 19,1 milisekunde za sliku rezolucije 1024x768 i 23 milisekunde za sliku rezolucije 800x600. S vanjskog uređaja za pohranu podataka (USB) vrijeme iznosi 31,6 milisekundi za sliku rezolucije 1920x1080, 26,1 milisekunde za sliku rezolucije 1600x900, 19,5 milisekunde za sliku rezolucije 1280x720, 15 milisekunde za sliku rezolucije 1024x768 i 17,3 milisekunde za sliku rezolucije 800x600.

Za mjerenje vremena s Raspberry Pi uređaja i vanjskog uređaja za pohranu podataka korištene su iste slike. Radi postizanja što točnijeg vremena učitavanja slika mjerenje je izvršeno šest puta i uzeta je srednja vrijednost svih izmjerenih vrijednosti za pojedine slike. Grafikon u nastavku prikazuje dobivene rezultate. Na x-osi nalaze se različite rezolucije pojedinih slika, dok je na y-osi prikazano vrijeme učitavanja slika izrađeno u milisekundama.

Grafikon 2. Rezultati mjerenja učitavanja slika (u milisekundama)



Izvor: autor

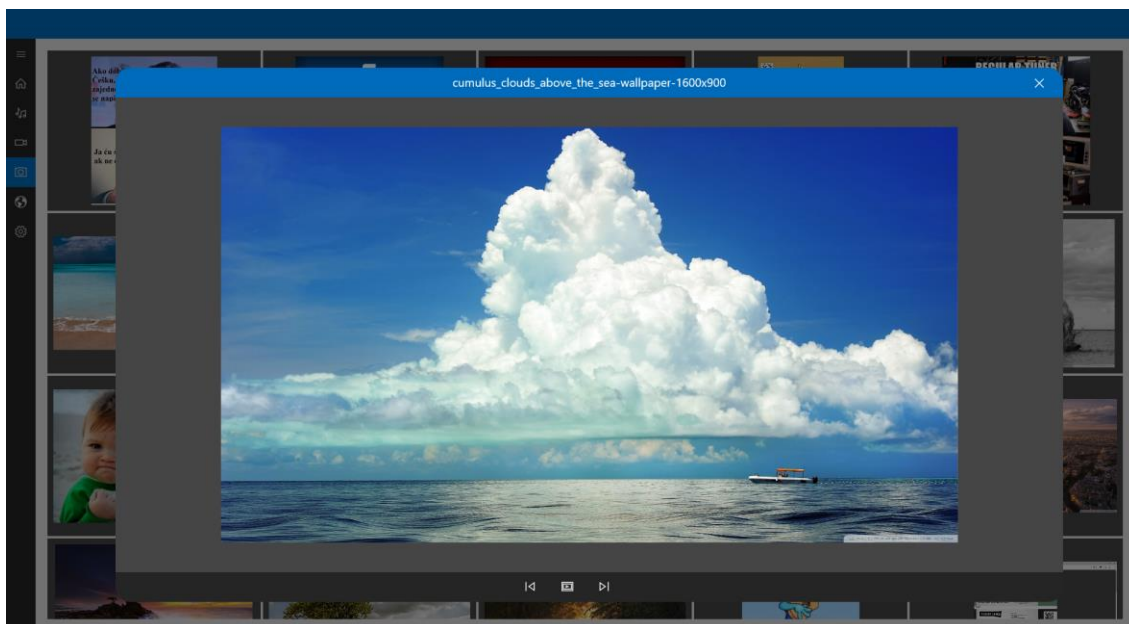
Slika 11. Prikaz zaslona galerije slika

Izvor: autor, slika zaslona

Za prikazivanje slike u većem formatu potrebno je dva puta kliknuti na nju, nakon čega se otvara skočni prozor i pokreće metoda PrikaziSliku, koja na temelju odabranog elementa iz GridView uzima objekt slika iz liste. Metoda PrikaziSliku nalazi se u kodu 7. Unutar skočnog prozora prikazuje se veća slika, tipke za prethodnu, sljedeću sliku i automatsku promjenu slike nakon određenog vremenskog perioda. Izgled prozora prikazan je na slici 12. Vremenski period iznosi 5 sekundi nakon kojeg se događa promjena slike. Sama metoda radi na način da se uzima objekt klase Slika iz liste popis i to na temelju odabrane slike. Nakon toga se u elementu za prikaz slike postavlja slika i ispisuje njen naziv.

Kod 7. Metoda za prikaz slika

```
private void PrikaziSliku()
{
    //Uzimanje objekta klase slika iz liste popis
    Slika s = (Slika)popis.ElementAt(i);
    //Postavljanje slike u element za prikaz slike
    PrikazSlike.Source = s.bitmapSlika;
    //Postavljanje naziva slike
    TextBlock.Text = s.nazivSlike;
}
```

Slika 12. Prikaz izgleda skočnog prozora (galerija slika)

Izvor: autor, slika zaslona

8.4. Web preglednik

Odabirom web preglednik u glavnom izborniku otvara se stranica web preglednik. Izgled stranice prikazan je na slici 13. Prilikom otvaranja stranice web preglednik pokreće se metoda ucitaj. Početna web stranica nalazi se zapisana u datoteci „početna.txt“. Metoda na početku pročita sadržaj datoteke i postavi inicijalnu web stranicu. Kod metode prikazan je u kodu 8.

Kod 8. Metoda ucitaj

```
public async void ucitaj()
{
    //Učitavanje datoteke pocetna.txt
    StorageFile sampleFile =await
    storageFolder.GetFilesAsync("pocetna.txt");
    //Čitanje teksta iz datoteke
    string text = await FileIO.ReadTextAsync(sampleFile);
    //Postavljanje učitanoog teksta u varijablu pocetna
    pocetna = text;

    Uri url = new Uri(pocetna);
    //Otvaranje web stranice
    webView1.Navigate(url);
    textBox.Text = pocetna;
}
```


Unutar textBox okvira upisuje se URL² web stranice koja se želi otvoriti. Pritiskom na kvačicu koja se nalazi u gornjem desnom kutu na slici 13 učitava se upisani tekst unutar textBox okvira i otvara se web stranica. Funkcija kvačice jednaka je pritiskom tipke Enter na tipkovnici nakon unosa željene web stranice. Web preglednik ima klasične elemente poput povratka na prethodnu stranicu, sljedeća stranica, ponovno učitavanje web stranice, zaustavljanje ponovnog učitavanja i početna stranica te se sve navedene mogućnosti nalaze u gornjem lijevom kutu prikaza (slika 13).

Slika 13. Prikaz otvorene web stranice



Izvor: autor, slika zaslona

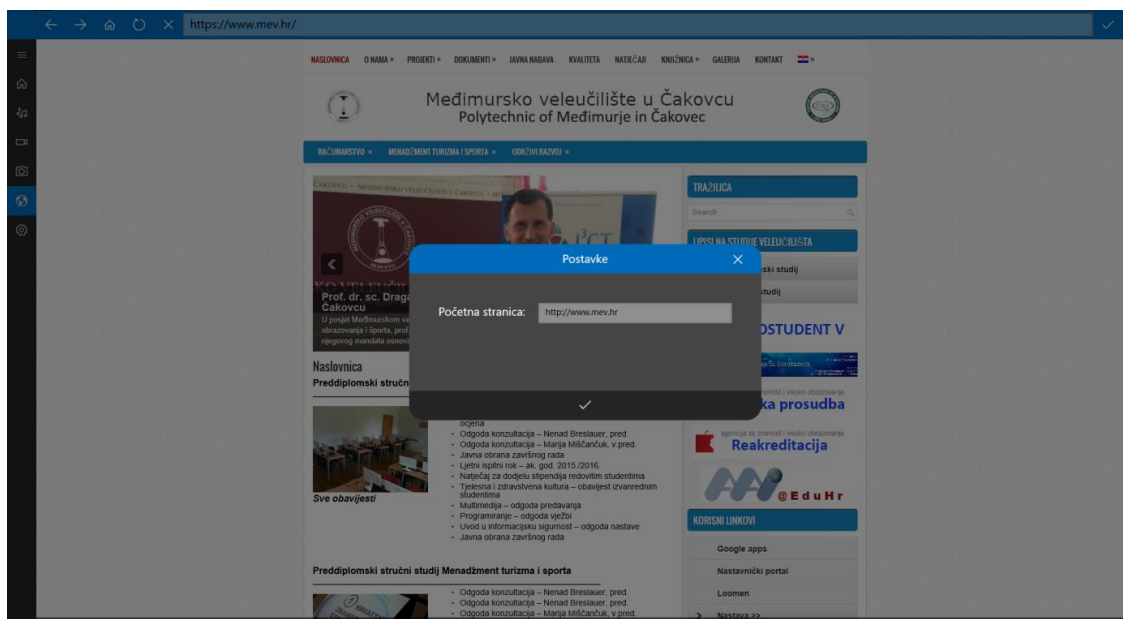
U samom web pregledniku moguće je postaviti početnu web stranicu. Početna web stranica se učitava svaki put kad se otvori web preglednik ili pritisne tipka HOME. Postavljanje se vrši tako da se upisuje URL željene početne stranice. Odabirom kvačice koja se nalazi na donjem dijelu skočnog prozora za postavke, sprema se URL stranice i zapisuje se u tekstualnu datoteku „pocetna.txt“. Zapisivanje URL početne stranice prikazano je u kodu 9. Na slici 14 prikazan je prozor za postavke.

² Uniform Resource Locator- putanja do određenog sadržaja na internetu

Kod 9. Metoda citaj

```
//Učitavanje teksta i spremanje u varijablu pocetna
pocetna = textBoxPocetna.Text;
//Kreiranje datoteke pocetna.txt
StorageFile sampleFile = await
storageFolder.CreateFileAsync("pocetna.txt",
CreationCollisionOption.ReplaceExisting);
//Zapisivanje teksta u datoteku
await FileIO.WriteTextAsync(sampleFile, pocetna);
```

Metoda citaj uzima URL web stranice iz tekstualnog okvira i sprema u varijablu pocetna. Zatim se kreira datoteka „početna.txt“ ili se zamijeni u slučaju njenog postojanja. Nakon toga se vrši zapisivanje URL web stranice u datoteku iz varijable pocetna.

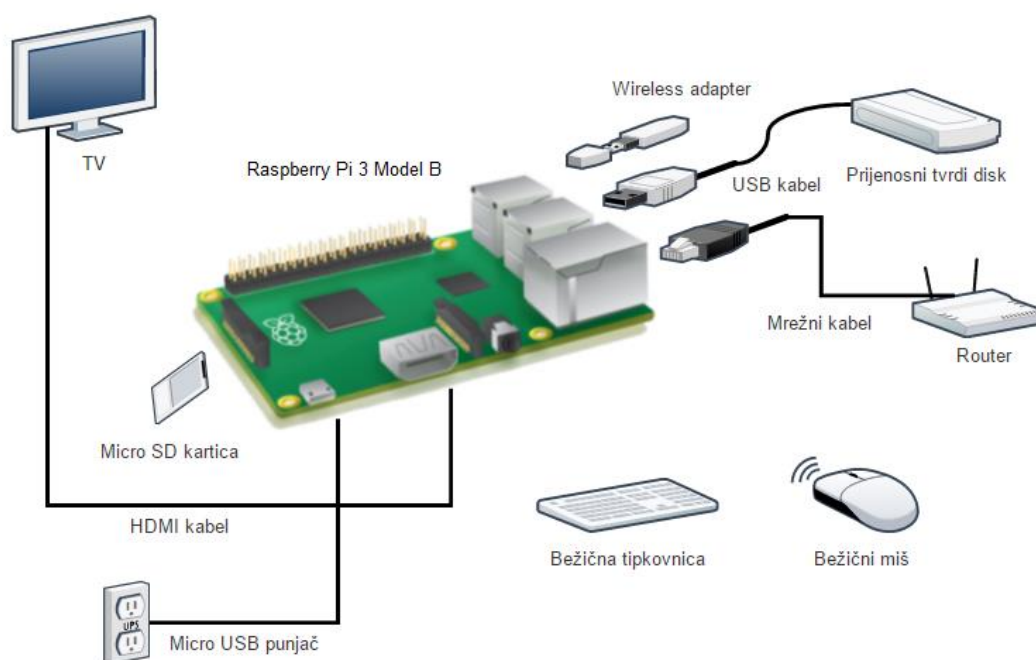
Slika 14. Prikaz postavljanja početne web stranice

Izvor: autor, slika zaslona

9. SPAJANJE UREĐAJA

Za napajanje Raspberry Pi potreban je micro USB punjač. Media player uređaj spaja se s TV prijemnikom pomoću HDMI konektora. Za upravljanjem aplikacijom koristi se miš i tipkovnica, koji se mogu spojiti putem USB konektora sa Raspberry Pi ili se može koristiti bežični miš i tipkovnica sa odgovarajućim USB wireless adapterom. Za spajanje uređaja na internet potrebno je spojiti Raspberry Pi s usmjernikom (engl. *router*) pomoću mrežnog kabela ili bežično pomoću USB wireless kartice. Za pohranu multimedijskog sadržaja uređaj koristi vanjski prijenosni tvrdi disk ili USB memoriju. Slika 15. prikazuje spajanje media player uređaja.

Slika 15. Spajanje media player uređaja



Izvor: autor

10. ZAKLJUČAK

Ovim završnim radom prikazan je postupak izrade media player uređaja baziranog na Raspberry Pi tehnologiji te njegova struktura i svojstva razvijene aplikacije. Jedan od načina da se TV prijemnik pretvori u „pametni TV“ je upotrebom Raspberry Pi uređaja. Raspberry Pi je uređaj malih dimenzija, pristupačne cijene i izuzetno male potrošnje električne energije, a ujedno dovoljno snažan da zamijeni jedno prosječno računalo. Baziran je na Linux operativnom sustavu. Za pretvaranje „običnog TV“ prijemnika u „pametni TV“ potreban je Raspberry Pi uređaj i odgovarajuća aplikacija, koja omogućava prikazivanje filmova, slika, puštanja glazbe i pristup Internetu. Media player uređaj se pomoću HDMI kabla spaja s TV prijemnikom, a multimedijски sadržaj koji želimo reproducirati na TV prijemniku nalazi se na vanjskom prijenosnom disku ili USB memoriji.

Postavljeni cilj završnoga rada je ostvaren, izrađen je i razvijen media player uređaj te je napravljena i njemu svojstvena aplikacija. Samim time, omogućeno je lako i jednostavno pregledavanje multimedijskog sadržaja, od slika i zvukova pa sve do videa zajedno sa mogućnošću otvaranja web stranica, a to u konačnici željelo postići. Unatoč navedenim prednostima, kao glavni nedostatak je pregled video zapisa velike veličine zbog problema prilikom reproduciranja. Razlog tome je što operativni sustav Windows IOT Core ne podržava programe za grafičko prikazivanje već se koristi procesor koji nije za to namjenjen. Buduća poboljšanja su moguća ukoliko Microsoft napravi novu verziju Windows operativnog sustava koji će podržavati grafičko prikazivanje videa visoke rezolucije.

Ovim praktičnim radom steklo se novo znanje i iskustvo u korištenju Raspberry Pi uređaja te se nastoji i dalje razvijati i unaprjeđivati, da bi se ostvarile još bolje mogućnosti kod razvoja pametnog TV-a na ovakav jednostavan i zanimljiv način.

IZVORI

- [1] Raspberry Pi, About. <https://www.raspberrypi.org/about/> (31.1.2016.)
- [2] Linux User, Top 4 Raspberry Pi OS. <http://www.linuxuser.co.uk/reviews/top-4-raspberry-pi-os> (29.06.2016.)
- [3] Raspbian. <http://www.raspbian.org> (31.1.2016.)
Raspberry Pi, SD cards.
<https://www.raspberrypi.org/documentation/installation/sd-cards.md> (17.2.2016.)
- [4] Microsoft, Windows 10 IOT editions explained.
<http://blogs.perficient.com/microsoft/2016/01/windows-10-iot-editions-explained/>
(19.6.2016.)
- [5] Microsoft, Windows 10 for the Internet of Your Things.
<https://www.microsoft.com/en-us/WindowsForBusiness/windows-iot> (19.6.2016.)
- [6] Microsoft Windows Dev Center, Learn about Windows 10 IoT Core.
<https://developer.microsoft.com/en-us/windows/iot/iotcore> (19.6.2016.)
- [7] Microsoft Windows Dev Center, Guide to Universal Windows Platform (UWP) apps. <https://msdn.microsoft.com/en-us/windows/uwp/get-started/universal-application-platform-guide> (19.6.2016.)
- [8] Microsoft Developer Network, Develop apps for the Universal Windows Platform (UWP) <https://msdn.microsoft.com/en-us/library/dn975273.aspx>
(19.6.2016.)
- [9] Webopedia, Common Audio Formats.
http://www.webopedia.com/DidYouKnow/Computer_Science/digital_audio_formats.asp (29.06.2016.)
- [10] How-to Geek., HGT Explains: What are the differences between all those audio formats? <http://www.howtogeek.com/howto/40465/htg-explains-what-are-the-differences-between-all-those-audio-formats/> (29.06.2016.)
- [11] NCH Software. Audio File Formats. <http://www.nch.com.au/acm/formats.html> (29.06.2016.)
- [12] Top Ten Reviews, What are Media Formats? <http://dvd-player-software-review.toptenreviews.com/what-are-media-formats.html> (29.06.2016.)
- [13] Digiarty., What is MP4 Format? <http://www.winxdvd.com/resource/mp4.htm> (29.06.2016.)

- [14] Divx, MKV. <http://www.divx.com/en/software/technologies/mkv> (29.06.2016.)
- [15] Winxdvd, What is MOV Format? <http://www.winxdvd.com/resource/mov.htm> (29.06.2016)
- [16] Online-convert., 3GPP, Third Generation Partnership Project Media File <http://www.online-convert.com/file-format/3gpp> (29.06.2016)
- [17] Web Style Guide 3rd redition, Graphic File Formats. <http://webstyleguide.com/wsg3/11-graphics/5-web-graphics-formats.html> (29.06.2016.)
- [18] Sustainability of Digital Formats., Bitmap Image File (BMP), Version 5. <http://www.digitalpreservation.gov/formats/fdd/fdd000189.shtml> (29.06.2016.)
- [19] Dizajn korisničkih sučelja na webu, Format Bitmap. <http://www.baotic.net/graficki-formati-na-webu/rasterski/bmp/> (29.06.2016.)
- [20] Fotografija, JPEG, JPG, RAW, TIFF, ili nešto peto. <http://fotografija.hr/jpeg-jpg-raw-tiff/> (29.06.2016.)

POPIS SLIKA

Slika 1. Struktura OS-a postavljenog na Raspberry Pi.....	4
Slika 2. Prikaz komponenti koje se nalaze na Raspberry Pi uređaju.....	5
Slika 3. Status LED	6
Slika 4. Raspberry Pi 3 Model B izgled pločice sa komponentama.....	8
Slika 5. Prikaz Universal Windows Platforme	11
Slika 6. Struktura aplikacije	15
Slika 7. Početni zaslon aplikacije	15
Slika 8. Izgled zaslona modula Glazba.....	17
Slika 9. Izgled zaslona modula Video	19
Slika 10. Prikaz izgleda skočnog prozora.....	22
Slika 11. Prikaz zaslona galerije slika	24
Slika 12. Prikaz izgleda skočnog prozora (galerija slika)	25
Slika 13. Prikaz otvorene web stranice.....	26
Slika 14. Prikaz postavljanja početne web stranice	27
Slika 15. Spajanje media player uređaja.....	28

POPIS GRAFIKONA

Grafikon 1. Rezultati mjerenja učitavanja video zapisa (u sekundama)	20
Grafikon 2. Rezultati mjerenja učitavanja slika (u milisekundama)	23

POPIS KODOVA

Kod 1. Prikaz trenutnog datuma i vremena	16
Kod 2. Razred Pjesma	16
Kod 3. Prikaz metode TextChanged.....	18
Kod 4. Razred Video	20
Kod 5. Stvaranje slike videa	21
Kod 6. Razred Slika.....	22
Kod 7. Metoda za prikaz slika	24
Kod 8. Metoda ucitaj	25